

Deutscher Sprechtext des Films von Virgilio Tosi (Rom)
D 1737

Die Ursprünge der wissenschaftlichen Kinematographie – Die Pioniere

Der französische **Astronom Janssen** unterbreitete 1873 der „Académie des Science“ in Paris einen Plan, mit einem fotografischen Revolver ein bedeutendes astronomisches Ereignis aufzunehmen: den Vorübergang der Venus vor der Sonne. Dieses Projekt gilt als das erste Forschungsunternehmen, bei dem kinematografische Verfahren eingesetzt wurden.

Im „Musée du Cinéma“ in Paris ist der Vorläufer aller modernen Filmkameras aufbewahrt. Es ist die Urform des fotografischen Revolvers, die **Janssen** 1873 von dem Uhrmacher Eugène Deschiens anfertigen ließ.

Vorn sind der Uhrwerkmechanismus, die Öffnung für den Lichteintritt und der Verschluss. Auf der Rückseite sieht man die Platte mit einer gezahnten Ringfassung. Die Platte wird in Abständen von diesen Nocken hier bewegt.

Janssen und sein Team machten sich nach Japan auf, um den Vorübergang der Venus aufzunehmen. Sein Plan sah vor, den Spiegel eines Heliostaten auf die Sonne zu richten und ihr Bild auf ein waagerechtes Teleskop zu projizieren. Am Teleskop war ein Revolver angebracht, der in 72 Sekunden 48 Bilder aufnehmen konnte. Die Spezialfirma Redier baute dieses neue Modell.

Janssen unternahm den Versuch, diese erste für Zeitrafferaufnahmen in der Naturwissenschaft entworfene Filmkamera im Dezember 1874 in Yokohama, Japan, einzusetzen.

Der Apparat und sein technischer Aufbau wurden in der wissenschaftlichen Zeitschrift „La Nature“ erläutert.

Hier sieht man ihn von vorn, von der Seite und hier in seine Bestandteile zerlegt. Das obere Gehäuse, hier orangefarben, enthält den Uhrwerkantrieb, der den gesamten Mechanismus steuert. Die Verschluss Scheibe ist blau markiert und das gelbe Feld zeigt die Daguerrotypplatte an.

Der Buchstabe „F“ weist auf das Fenster, durch das das Bild vom Teleskop her eintritt, sobald das Fenster mit einer der 12 Öffnungen in dem sich drehenden Verschluss gleich steht. Die Daguerrotypplatte hält immer an, wenn ein Bild durch das feststehende Fenster und eine Verschlussöffnung tritt.

Auf dieser Originalplatte hielt **Janssen** eine Simulation des astronomischen Ereignisses fest. Am Einzelbild dieser Platte lässt sich die Fläche eines belichteten Feldes hervorheben sowie die gekrümmte Linie, die den Rand der Sonne darstellt. Die kleine Scheibe ist der Planet Venus, der vor der Sonne vorbeizuziehen beginnt. Hier wurden die Bilder der **Janssenschen** Platte auf Filme übertragen. In dieser Animation der Originalbilder wird die ursprüngliche Bewegung 30mal beschleunigt. Einige Monate vor dem eigentlichen Ereignis führte **Janssen** der „Académie des Siences“ ein Muster des simulierten Vorübergangs vor.

Eine Platte mit dem echten Venusvorübergang ist im Science Museum in London zu sehen. Sie stammt von britischen Astronomen, die das Ereignis mit einer Variante des **Janssenschen** Apparates aufnahmen. Diese Eintragung gibt exakt die Dauer der Aufnahme von 60 Einzelbildern an.

Zum ersten Mal in der Geschichte der Wissenschaft war ein automatisches Instrument benutzt worden, um einen dynamischen Vorgang in einer Bilderfolge für eine spätere Auswertung aufzuzeichnen.

Marey

Anders als **Janssen** arbeitete der französische Physiologe **Marey** über die Fortbewegung bei Mensch und Tier. Er veröffentlichte die Ergebnisse in demselben Jahr, in dem **Janssen** den ersten Apparat entwickelte. Bevor **Marey** die Fotografie einsetzte, erfand er eine grafische Aufzeichnungsmethode. Pneumatisch übertragene Signale wurden von Spezialeisen aus dem Boden ausgelöst, sobald diese den Boden berührten. Die Impulse wurden auf einem Kymographen registriert.

Die Überreste eines originalen Forschungsschuhs, wie er in den Experimenten verwendet wurde, sind im „Musée **Marey**“ in Beaune, Frankreich, ausgestellt.

Marey wandte die Methode auch beim Erforschen des Vogelflugs an. Trotz dieser komplizierten Vorrichtung konnte sich der Vogel so frei bewegen, daß sich sein Flügelschlag aufzeichnen ließ. Er ermittelte auch die Frequenz der Flügelschläge bei Vögeln im freien Flug, wobei er elektrische wie auch pneumatische Signale benutzte. Die Bewegung der Beine bei Pferden war ebenfalls Gegenstand der **Mareyschen** Aufzeichnungsmethode. Das menschliche Auge kann eine so schnelle Folge von Bewegungen nicht auflösen. Dieses Untersuchungsverfahren ermöglichte eingehende Studien.

Auch dies sind Überreste von Geräten, die man bei den Versuchen vor über 100 Jahren einsetzte. Die Aufzeichnungen der Feder führten zu Diagrammen, in denen die grafische Aufzeichnungsmethode das räumliche und zeitliche Verhältnis der Pferdebeine zueinander sichtbar machte - für jede Gangart.

Diese Sequenz aus dem französischen Film „La Naissance du Cinéma“, der 1946 von Roger Leenhardt und dem Filmhistoriker Georges Sadoul produziert wurde, rekonstruiert die **Mareysche** Aufzeichnungsmethode zur Analyse der Fortbewegung beim Pferd. Jede Berührung mit dem Boden wird auf dem rotierenden Kymographen notiert, den der Reiter hält. Damals war das Pferderennen ein beliebter Sport, der viel Interesse in der Öffentlichkeit weckte. Im Jahr 1873 schließt **Marey** diese Forschungen zur Fortbewegung beim Pferd ab und veröffentlicht diese Ergebnisse in dem Buch „La Machine Animale“.

Muybridge

Etwa zur gleichen Zeit soll in San Francisco, Kalifornien, der Fotograf **Muybridge** eine Momentaufnahme von der Silhouette eines galoppierenden Pferdes gemacht haben. Leider wurde das Originalbild nie gefunden.

Der Name des aus Großbritannien stammenden Fotografen Eadweard **Muybridge** wurde durch Werbeanzeigen verbreitet, die an der Westküste der Vereinigten Staaten erschienen.

1877 veröffentlichte er das noch stark retuschierte Foto eines laufenden Pferdes.

Doch im folgenden Jahr gelang ihm der Abzug einer Serie von automatischen Elektrofotografien ohne Retusche. Sie wurden mit einer Belichtung von einer 2000tel Sekunde in Abständen von einer 25tel Sekunde aufgenommen. Die Größe des Einzelbildes entsprach etwa dem heutigen 35-Millimeter-Negativformat.

Diese für kommerzielle Zwecke entworfene Karte enthält auf der Rückseite eine exakte Beschreibung der Schrittfolge beim Pferd. Kaum war **Muybridge** bekannt, da wurde seine Arbeit in kalifornischen Magazinen mit Karikaturen bedacht. Aber er fand ebenso Anerkennung in Fachpublikationen wie dem „Scientific American“. Diese Zeitschrift widmete seiner Arbeit eine volle Titelseite und mehrere Artikel.

Die **Muybridge**-Fotografien erschienen auch in Frankreich. In der Tat inspirierten sie den Physiologen **Marey**, die Fotografie bei seinen Studien einzusetzen.

In Kalifornien richtete man eigens eine Experimentierbahn ein, auf einer Ranch in Palo Alto, die Leland Stanford gehörte. Im Auftrag dieses magnaten Politikers und

Rennpferdebesitzers führte **Muybridge** seine Experimente durch. Eine Reihe feststehender Kameras war entlang der Bahn aufgestellt. Der Aufnahmebereich war mit einem weißen Hintergrund und Orientierungsmarken versehen. Jede Kamera hatte zwei Objektive, um zweifach zu belichten.

In „La Naissance du Cinéma“ wird rekonstruiert, wie die neuen elektromechanischen Verschlüsse mit indirekter und automatischer Schaltung arbeiteten. Dieser Trickteil aus einem deutschen Film der 30er Jahre verdeutlicht die Funktionsweise des Schaltmechanismus.

Rennsportjournale publizierten die von **Muybridge** erzielten Ergebnisse. Und so konnte der Leser nun die Schrittphasen und die komplexe Bewegung der vier Beine im einzelnen studieren. Es war ein wirkliches Novum.

Dieses Bild ist aus einer Serie, die den leichten Galopp eines Ponys in acht Phasen festhält. **Muybridge** fotografierte Stanfords jungen Sohn, um seinen Gönner zu erfreuen.

Das Skelett eines Pferdes wurde besonders präpariert und mehrmals fotografiert, um so das Verständnis der Physiologie des Pferdes zu vertiefen.

Neben seinen Studien an Pferden experimentierte **Muybridge** mit Serienaufnahmen von Sportlern. Einige seiner Bilderserien waren sehr populär. Man vervielfältigte sie für die Verwendung in optischen Spielzeugen wie dem Zootrop, auch Lebensrad genannt.

In Europa wurden die **Muybridge**-Bilder weithin bekannt. Das Zootrop und sein Vorläufer, das Phenakistoskop, wurden dem französischen Publikum in Zeitschriften wie „L' Illustration“ und „La Nature“ angeboten.

Seine fotografischen Bilder kopierte **Muybridge** mit Malfarben auf Glasscheiben. So konnte er sie in Projektionen der Öffentlichkeit vorführen.

Bei vielen der gemalten Bilder wurde die natürliche Form der Figuren abgeändert, um eine optische Verzerrung auszugleichen, die durch die Drehung der Scheibe bedingt war. Die Streckung beim Körper des Löwen fällt besonders auf.

Er konstruierte einen Projektor, das Zoopraxiskop, um diese Bewegtbilder bei öffentlichen Vorträgen zu zeigen.

Im **Muybridge** Museum in Kingston upon Thames bei London ist das Zoopraxiskop im Original und als Modell vorhanden. Eigens für diesen Film wurde das Original, das noch funktionstüchtig ist, wieder in Gang gesetzt unter Verwendung einer heute üblichen elektrischen Lichtquelle. An diesem **Muybridge**-Apparat ist das Auswechseln der Scheiben leicht zu bewerkstelligen.

Im Winter 1881 präsentierte **Muybridge** seine Bewegtbilder dem Physiologen **Marey**, dem Maler Meissonnier und anderen Wissenschaftlern und Künstlern in Paris. Die folgenden Sequenzen sind Animationen, für die Originalscheiben verwendet wurden.

Marey

Als **Marey** die **Muybridge**-Bilder in Projektionen sah, wurde ihm die Bedeutung der Serienfotografie für die eigene Forschung klar und er entwarf selbst einen Apparat, um Bewegungen aufzunehmen.

Das fotografische Gewehr, das **Marey** 1882 erfand, wird hier von einem seiner Assistenten gehandhabt.

Dieser Holzschnitt wurde für die Veröffentlichung auf der Grundlage dieses Originalfotos angefertigt, das **Marey** vermutlich selbst in seinem Winterdomizil in Neapel aufgenommen hat.

In der französischen Zeitschrift „La Nature“ erschien der erste Bericht über den neuen fotografischen Apparat.

Hier das komplette Gewehr und seine wichtigsten Teile. Der am Lauf befindliche Zylinder enthält eine rotierende Trockenplatte, auf der 12 Bilder in einer Sekunde aufgenommen werden konnten. Die Platte war achteckig oder rund mit einem Durchmesser von knapp 10 Zentimetern. Mit diesem Gerät war es möglich, Objekte in Bewegung aufzunehmen. Auf diese Weise gelang es **Marey**, die Flügelbewegungen von Vögeln zu analysieren.

Zum automatischen Gewehr gehörte eine separate Magazintrommel, die bis zu 25 Reserveplatten faßte. Dieses Modell ist im Deutschen Filmmuseum in Frankfurt am Main ausgestellt. Man kann darin sehen, wie die Glasplatten gespeichert wurden.

Mareys fotografisches Gewehr, zu dem **Janssens** fotografischer Revolver die Anregung gab, war ein konzeptioneller und technischer Fortschritt gegenüber dem **Muybridgeschen** Verfahren der Serienfotografie. Wird der Auslöser betätigt, dreht ein Uhrwerkmechanismus die Platte, so daß die 12 Bilder belichtet werden. Eine Belichtung dauert eine 720stel Sekunde.

Vor **Mareys** Haus, nahe der Stadt Beaune, wird am Original demonstriert, wie das fotografische Gewehr im einzelnen funktionierte. Eine Platte aus der Magazintrommel wird geladen. Die Verschlußfeder wird gespannt. Nun können Bilder aufgenommen werden. Wenn eine Platte belichtet ist, wird sie in die Magazintrommel zurückgegeben. Beim Nachladen des Gewehrs rückt eine neue Platte nach, sobald der Magazinmechanismus auf die nächste Stellung schaltet. Und wieder ist das Gewehr aufnahmebereit.

Um die gleiche Zeit stellte **Marey** einen neuen Kameratyp vor. Mit einer Kurbel drehte man einen Verschluß mit mehreren Schlitzen. Hier erfolgte die Belichtung auf einer feststehenden Platte. Der neue Apparat trug den Namen „le chronophotographie“. Durch ihn wurde das Aufnahmeverfahren mit der Einzelkamera weiter entscheidend verbessert. In der technischen Entwicklung bildet er das Bindeglied zwischen den frühen fotografischen Apparaten und den späteren Filmkameras.

Dieses Beispiel führt das neue Verfahren vor. Vor dunklem Hintergrund konnte ein weißgekleidetes Modell im Gehen in einer Bilderfolge auf derselben Platte festgehalten werden, deren Emulsion eine niedrige Lichtempfindlichkeit hatte und Mehrfachbelichtung zuließ.

Bei steigender Aufnahmegeschwindigkeit überschnitten sich jedoch die Bilder. Dessen ungeachtet läßt sich heute eine Animation der alten Platten durchführen. Die Rekonstruktion aus „La Naissance du Cinéma“ zeigt, wie **Marey** seine Aufnahmetechnik modifizierte.

Er verwendete ein Modell, das ganz in Schwarz gekleidet war. Die Teile des Körpers, deren Bewegungen aufgenommen werden sollten, waren mit weißen Linien und Punkten markiert. Schnelle Bewegungen hielt die Platte als weiße Schleierspur fest. Glieder in langsamer Bewegung hoben sich deutlicher hervor. Hier die Aufnahme eines Sprungs. Aus grafischen Darstellungen, die sich auf die Platten gründeten, gewann **Marey** nützliches, analytisches Wissen. Manchmal hatten diese Bilder auch einen ästhetischen Wert. Durch Überlagern aufeinanderfolgender Bilder können wir die ursprüngliche Bewegung neu entstehen lassen.

Dann verband **Marey** das System des fotografischen Gewehrs mit dem Chronofotografen und entwarf so einen Apparat mit rotierender Platte.

Wahrscheinlich ist **Marey** selbst auf dieser Platte festgehalten, die bei einem Test mit der neuen Kamera entstand.

Dieses Modell, das im nationalen Museum für Technik in Prag zu sehen ist, stellt **Mareys** Versuchsstation dar, die vom „Collège de France“ 1882 in Paris gegründet wurde.

Hier ist die ursprüngliche „Station Physiologique“, die nicht mehr existiert. Später wurde ein Turm errichtet, um Aufnahmen aus der Höhe machen zu können. Dieser frühe Holzschnitt zeigt einen Chronofotografen, der auf einen Schienenwagen montiert war. So konnte man die Kamera leicht bewegen bei der Suche nach dem Bildausschnitt. Die Bildfrequenz bestimmte ein System von Gewichten, die auf die rotierende Verschlussscheibe wirkten.

Andere Experimente wurden in der **Mareys**chen Villa in Neapel durchgeführt. Diesen Chronometer, den die „Cinématèque Française“ aufbewahrt, nutzte man zum Messen der Bewegungsgeschwindigkeit und zur Kontrolle der Bildfrequenz. Die Zeigerstellung zwischen den Markierungsstrichen gab die Belichtungsabstände an. Im Frühjahr 1884 veröffentlichte **Marey** die Ergebnisse seiner chronofotografischen Studien zur Physiologie der Bewegung. Das französische Kriegsministerium beauftragte **Marey**, Körperhaltung und Bewegung von Soldaten zu analysieren.

Marey untersuchte auch Flugbahnen und Beschleunigungen physikalischer Objekte: die Schwingung eines Stabes, die Drehung eines Stockes oder zweier verbundener Kugeln in der Luft und die Spur, die ein Ball beim Springen hinterläßt.

Mit diesem Apparat nahm er den Flug einer Libelle auf, die am Drehpunkt festgemacht war. Durch Goldstaub auf den Flügeln des Insekts wurden die Flugbewegungen aufgezeichnet.

Marey war auch an der frühen Entwicklung von Flugmaschinen beteiligt. Aus dem chronofotografischen Bildmaterial gewann er eine Fülle von Daten für genaue Analysen.

Hier wurden zur Erforschung des Möwenfluges 50 Einzelbilder pro Sekunde aufgenommen. Um bei gleicher Geschwindigkeit völlig getrennte Bilder zu erhalten, entwarf **Marey** ein System, bei dem wechselweise zwei verschiedene Bereiche der Platte belichtet wurden. Übertrug man diese Bilder auf eine Phenakistoscopscheibe, konnte man den Zyklus eines Flügelschlages fünfmal langsamer als in Wirklichkeit beobachten.

Um die Physiologie von Vögeln im Flug besser zu verstehen, ersann **Marey** ein komplexes System, das synchrone Aufnahmen von drei rechtwinklig zueinander liegenden Positionen ermöglichen sollte. Er konnte diese Idee nur zum Teil umsetzen, gewann aber dabei wichtige Anhaltspunkte in den drei Dimensionen. Einige dieser Bilder sind besonders ansprechend. Bessere Bilder von einem in Richtung Kamera fliegenden Vogel, ohne Seitenverzeichnung, gelangen ihm mit einem speziellen Apparat. Das rote Teil zeigt die Position der Platte an, die dunkle Linie den rotierenden Verschluss, und das blaue Teil ist ein beweglicher Spiegel.

Mit diesem Apparat erstellte **Marey** eine Folge seitlich versetzter Bilder von einem auf die Kamera zufliegenden Vogel. Noch heute basieren die Zeitdehnungskameras auf einem ähnlichen Verfahren, über 100 Jahre nach **Mareys** ersten Versuchen.

Im „Musée **Marey**“ in Beaune sind die Überreste des Apparates zu sehen, der die Bewegungen des Spiegels regulierte.

Dieses Bildmaterial, aufgenommen mit dem Chronofotografen, regte **Marey** dazu an, eine interessante Arbeit in Auftrag zu geben. Ein Bildhauer aus Neapel formte ein Messingmodell der ineinandergreifenden Figuren eines fliegenden Vogels in der entsprechenden räumlichen Anordnung. Obgleich die Skulptur für wissenschaftliche Zwecke geschaffen wurde, läßt sie auch den Stil von Kunstwerken - wie den der Futuristen - ahnen.

Jede zweite Stellung des Vogels entnahm **Marey** dem dreidimensionalen Gebilde, um die Abfolge eines vollen Flügelschlages zu zeigen. Eine Kopie dieser Skulptur wurde in einem großen Zootrop angeordnet. Zootrope dieser Art sind heute überall auf der Welt in Museen ausgestellt. Blickt man durch die Schlitze des Apparates,

scheint der Vogel im Zeitlupentempo vorbei zu fliegen. Bei veränderter Blickrichtung sieht man die Vögel auf sich zufliegen oder fortfliegen.

Als Basis dieser Animation diente das **Mareysche** Modell. Aufgrund seiner chronofotografischen Forschungen gilt **Marey** als ein Pionier der Luftfahrt.

Muybridge

Mitte der 80er Jahre erhielt Eadweard **Muybridge** für seine Arbeiten finanzielle Förderungen von der University of Pennsylvania in Philadelphia. Es entstanden 20000 Serienaufnahmen für die Erforschung der Fortbewegung bei Mensch und Tier. Im Vergleich zu **Mareys** Kamera mit Einzelobjektiv verwendete **Muybridge** noch eine Kamera mit 12 Linsen plus einer Linse zur Scharfeinstellung. Auf der Rückseite sieht man die Reihe der elektrisch angetriebenen Verschlüsse. Mit Hilfe dieser Verschlüsse, die mit einem Uhrwerkmechanismus verbunden waren, konnte er Fotos mit rascher Folge aufnehmen.

Ein einzelner Plattenhalter wies 12 quadratische Fächer auf. **Muybridge** durfte im Hof der tierärztlichen Fakultät ein Studio für Außenaufnahmen einrichten. Ein Foto seiner Mitarbeiter inmitten der Ausrüstung. Diese Originalskizze zeigt, wie die Anlage angeordnet war.

Hier sind die drei verschiedenen Kamerablickwinkel zu sehen. Die Animation veranschaulicht das Verfahren der Synchronaufnahme. Die Bilder vom Modell entsprechen der mittleren Perspektive.

In diesem Katalog aus dem Jahr 1887 sind 781 **Muybridge**-Platten verzeichnet: die Katalogseiten listen in Spalten die Daten jeder einzelnen Platte auf: Die Erkennungsnummer des Modells sowie Angaben zu Geschlecht und Bekleidung. Ferner halten sie zu den Bewegungsphasen die Anzahl der Einzelbilder fest, die sich je nach Kamerastandort in seitlich, frontal oder rückwärtig aufgenommene Bilder gliedern. Der dritte Zahlenblock enthält die Zeitabstände zwischen den einzelnen Aufnahmen in 1000stel Sekunden. Insgesamt zeigen 95 Platten Pferde und 123 andere Tiere. Einige wurden im Zoo fotografiert. Manchmal gelang es **Muybridge** auch, Vögel im Flug aufzunehmen.

Diese Serie von Zeichnungen verdeutlicht, wie die Platten wissenschaftlich genutzt wurden, zum Erforschen von Gangarten beim Tier.

Bei diesen Animationen wurde jedes Einzelbild einer Platte neu auf ein Filmbild aufgenommen und ein voller Bewegungszyklus mehrmals wiederholt.

Hier wurde zur Verbesserung der Qualität der Hintergrund ersetzt.

Mehr als zwei Drittel der Platten enthalten Aufnahmen von Menschen. Ab und zu erscheint **Muybridge** selbst als Modell.

Neben Menschen bei der Arbeit zeigen einige Serien Hände in Bewegung. Sie nehmen das Verfahren der Großaufnahme vorweg.

Die Animationen geben die Frontal- und die Seitenansicht wieder.

Diese „Hands beating time“ wurden in Abständen von knapp einer fünftel Sekunde aufgenommen.

Werden die Bilder der ersten und dritten Reihe hintereinander gezeigt, so entsteht der Effekt einer Kreisbewegung. Eine Besonderheit der Platte mit der Frau, die scheinbar ihr Kind schlägt.

Modell Nummer 42 beim Handstandüberschlag. Vor dem zweiten Kameraauge taucht eine Taube auf. Der Zeitabstand zwischen den Bildern beträgt etwa eine zehntel Sekunde.

Die medizinische Fakultät ließ **Muybridge** einige Fälle von abnormer Bewegung dokumentieren. Diese Frau mit abnormen Übergewicht zählte nicht zu den

pathologischen Fällen. **Muybridge** gab den Bildfolgen den Titel „Arising from the ground“.

Gymnastische Bewegungen gehörten zu seinen Hauptthemen. Mit Hilfe eines Stabes sollte bei diesem Modell das Wiegen der Hüften gemessen werden.

Obwohl er im wissenschaftlichen Auftrag tätig war, trägt ein Teil seiner Arbeit schillernde Züge.

Von einigen Bildern scheint eine kommerzielle Wirkung auszugehen. Künstler verwendeten sie oft statt lebender Modelle.

Viele Platten aus der Sammlung „Animal Locomotion“ zeigen Modelle, die einfache Handlungen vornehmen – wie diese Frau, die schamhaftes Verhalten vorspielt. In solchen Fällen nahm **Muybridge** die Funktion eines Spielfilmregisseurs vorweg.

Ausgewählte **Muybridge**-Platten wurden von Universitäten sowie bekannten Künstlern und Wissenschaftlern in der ganzen Welt gekauft. In seinen späten Jahren hielt **Muybridge** Vorträge über seine Arbeit mit Projektionen seiner Bewegungsbilder.

Marey

Im Jahr 1888 gelang es **Marey**, Bilder auf eine kurze Rolle des neuen fotografischen Papiers aufzunehmen. Sein erster Typ einer Filmkamera konnte nur von einer Dunkelkammer aus betätigt werden. Doch das nächste Modell war bereits tragbar.

Dieser kleine Kasten enthielt den Mechanismus, der den Film laufen ließ.

Dieser 100 Jahre alter Apparat im Musée **Marey** bildet das Bindeglied zwischen dem Chronofotografen mit fester Platte und der späteren Filmkamera. Hier wird eine Spule mit lichtempfindlichen Papier eingesetzt, das eine Öffnung passiert und sich dann auf eine Aufwickelspule rollt.

Diesen Zeichnungen liegt einer der ersten Papierrollenfilme zugrunde. Sie wurden in der wissenschaftlichen Zeitschrift „Archives de Physiologie“ im Juli 1889 veröffentlicht.

Nur wenig später erhielt **Mareys** Kamera ihre endgültige Form.

Dieser Chronophotograf, bei dem bereits Celluloidfilm benutzt wurde, hält die Aufnahmen auf Einzelbildern fest und vermeidet die bisher anfallenden Überschneidungen. Die Animation führt seine Arbeitsweise vor.

Einige in Museen ausgestellte Originalgeräte sind noch funktionstüchtig.

Dieser Holzschnitt, der einen Kameramann beim Chronophotografen beim Filmen vor einem Aquarium zeigt, wurde 1890 in „La Nature“ veröffentlicht, fünf Jahre vor der ersten Vorführung von Unterhaltungsfilmen.

Am Seewasseraquarium von Neapel untersuchte **Marey** die Bewegungen von Meerestieren aus unterschiedlichen Blickwinkeln. Heute ist es uns möglich, eine Animation dieser Bilder durchzuführen.

Diese Aufnahmen wurden 1891 auf vertikalen Filmbildern festgehalten. Unter Filmhistorikern sind sie auch als „Die Welle“ bekannt. Wahrscheinlich ist dies einer der ersten Filme, der in der „Station Physiologique“ erstellt wurde.

In den nachfolgenden Jahren setzten **Marey** und sein Assistent Demeny ihre Bewegungsstudien am Menschen fort.

Für die Animation dieser Sequenzen wurde in den meisten Fällen ein Originalbildfilm zweimal neu aufgenommen. Gleichzeitig nahm er die Arbeit an seinem Hauptforschungsgebiet wieder auf, der Fortbewegung beim Tier. Verständlicherweise kam er dabei oft auf sein Lieblingsthema zurück, das Pferd.

Aus seinen Aufnahmen leitete **Marey** eine Fülle wissenschaftlicher Aussagen ab, wie diese Diagramme belegen.

Mit der Chronofotografie konnte **Marey** sogar horizontale Großaufnahmen von Pferdebeinen machen. Zur vollen Nutzung des Rollenfilms, der damals nur in sehr

kurzen Längen zu haben war, konnte die Kamera auf die Seite gedreht und die Bildhöhe verändert werden.

Eine Fotografie aus dem Archiv des „Collège de France“ läßt vermuten, daß **Marey** auch versuchte, dasselbe Objekt gleichzeitig mit zwei Kameras filmen zu lassen. Um die Körperbewegung auf diesem neuartigen Fahrzeug zu erforschen, nutzte er das alte System der Chronofotografie mit unbewegter Platte und auch das neue mit Lauffilm.

Im Jahr 1892 ging **Marey** an die Konstruktion eines Apparates für die Projektion sich wiederholender Bewegungszyklen. Das Ergebnis war allerdings nicht zufriedenstellend, da sein Film keine Perforation hatte. Jedoch erzielte er gute Resultate, als er seine Kamera mit einem Mikroskop kombinierte. Hier sind einige Beispiele seiner Mikrokinematografie.

Marey stellte auch stereoskopische Bilder von geometrischen Festkörpern her, durch Drehung flacher, zweidimensionaler Objekte.

Gegen Ende des Jahrhunderts führte er Experimente zur Fluedik durch. Aufgrund dieser Arbeiten gilt er als ein Wegbereiter der Rauchfadentechnik, die noch heute in der aerodynamischen Forschung verwendet wird.

Bei einem anderen Versuch schloß er den Chronofotografen an ein Wellenbecken an, um das Verhalten von Flüssigkeiten zu untersuchen. Das Sonnenlicht wurde zum Anleuchten von Schwebepartikeln in der Flüssigkeit genutzt.

Um **Mareys** Werk zu würdigen, gründete man ein Institut auf dem Gelände der „Station Physiologique“, auf Initiative eines internationalen Kongresses für Physiologie.

Hier erläutert Lucien Bull, der in jungen Jahren **Mareys** Assistent war, im Institutslabor die Funktionsweise des Chronofotografen. Diese Sequenz stammt aus dem Film „La Naissance du Cinéma“.

Beim Entwurf seiner letzten Filmkamera griff **Marey** das Konzept des fotografischen Gewehrs wieder auf. Er entwickelte zwei Prototypen, die mit 35-Millimeter-Film ohne Perforation liefen.

Das fotoelektrische Gewehr, das die „Cinémathèque Française“ aufbewahrt, wurde von **Marey** 1899 gebaut. Der Kolben enthält den elektrischen Motor, der an eine Batterie angeschlossen ist. Hier ist der Auslöser zum Starten. Die zwei Spulen speichern 30 Meter Film. Innen sitzt eine Druckplatte zum periodischen Unterbrechen des Filmlaufs. Da ist ein rotierender Verschuß und am Ende sitzt das Objektiv. Der Antriebsmechanismus ist an der gesamten Länge des Gewehrs angebracht.

Von der Abwickelspule weg wird der Film mit einer Antriebswelle transportiert, weiter zu einer intermittierenden Druckplatte und dann an einem rotierenden Verschuß vorbei. Zum Schluß läuft der Film auf die Aufwickelspule.

Dieser Apparat für die freie Bedienung per Hand läßt die leichten tragbaren Filmkameras der Zukunft ahnen.

Dies ist ein Stück Originalfilm von **Marey**. Ein chronofotografischer Streifen, 19 Zentimeter breit und ohne Perforation. Wir fanden Hunderte davon in der „Cinémathèque Française“, und bevor sie noch mehr zerfielen, haben wir sie auf modernes Filmmateriel kopiert, um so die Bilder zu erhalten.

Besondere Erwähnung verdienen die **Mareyschen** Studien an fallenden Tieren. Das beeindruckendste Beispiel ist die Katze, die sich im Fallen vom Rücken auf die Füße dreht. Einige Sequenzen wurden mit 60 Bildern pro Sekunde aufgenommen. Bereits 1894 wurden diese Bilder in einem Zootrop in der „Académie de Sciences“ vorgeführt und riefen eine lebhaft Diskussion hervor. Heute können wir **Mareys** Bilder in Animation zeigen.